

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-224626

(43)Date of publication of application : 22.08.1995

(51)Int.Cl.

F01L 13/00  
F01L 1/26  
F02B 17/00  
F02B 29/08  
F02B 31/00  
F02B 31/02  
F02D 13/02  
F02M 25/07  
F02M 25/07  
F02M 69/00

(21)Application number : 06-040534

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 14.02.1994

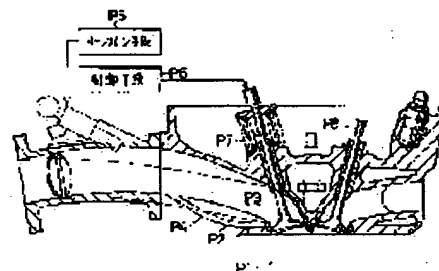
(72)Inventor : MARUTANI TETSUSHI  
HASHIMOTO KAZUHIKO  
NAKASUMI TADATAKA

## (54) CONTROL DEVICE FOR ENGINE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To strengthen an in-cylinder flow by valve-opening a primary suction port until late to a secondary suction port to realize stratified combustion to achieve a lean burn, and also restrain combustion worsening by internal EGR having high temperature and the increase of HC exhaust quantity by the internal EGR and realize the reduction of NOx exhaust quantity in a lean region.

**CONSTITUTION:** This device is provided with primary and secondary suction ports P2 and P3 provided in a single cylinder P1, a communication passage P4 for an internal EGR communicating both the suction ports P2 and P3, and a lean-burn means P5 operating at an air-fuel ratio leaner than at least a stoichiometric air-fuel ratio in a low load side than a total load region. The valve-opening timing of the suction valve P7 of the secondary suction port P3 is overlapped with the valve-closing timing of an exhaust valve P8 and also the suction valve P7 of the secondary suction port P3 is controlled in quick opening and quick closing to the suction valve of the primary suction port P2 on the lower load side than the total load region having a lean air-fuel ratio.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3357450

[Date of registration] 04.10.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-224626

(43) 公開日 平成7年(1995)8月22日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F01L 13/00	301	Y		
1/26		D	6965-3G	
F02B 17/00		L		
29/08		D		
31/00		L		

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全10頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平6-40534

(22) 出願日 平成6年(1994)2月14日

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 丸谷 哲史

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 橋本 一彦

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 中角 忠孝

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

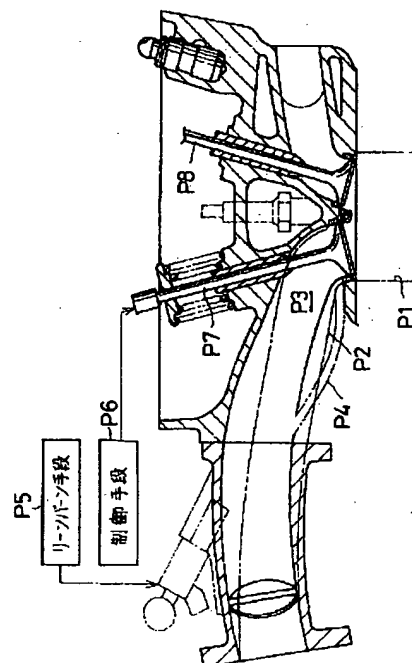
(74) 代理人 弁理士 永田 良昭

(54) 【発明の名称】 エンジンの制御装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 プライマリ吸気ポートをセカンダリ吸気ポートに対して遅くまで開弁させて、筒内流動を強化し、成層燃焼を図って、リーンバーンを達成すると共に、温度の高い内部EGRにより燃焼悪化の抑制および内部EGRによるHC排出量の増加を抑制し、かつリーン域のNOx排出量の低減を図る。

【構成】 単一の気筒P1に対して設けられるプライマリ吸気ポートP2およびセカンダリ吸気ポートP3と、両吸気ポートP2、P3を連通する内部EGR用の連通路P4と、全負荷域より低負荷側においては少なくとも理論空燃比よりも希薄な空燃比で運転するリーンバーン手段P5とを備えている。空燃比がリーンの全負荷域より低負荷側ではセカンダリ吸気ポートP3の吸気弁P7の開弁時期を排気弁P8の開弁時期とオーバーラップさせると共に、セカンダリ吸気ポートP3の吸気弁P7がプライマリ吸気ポートP2の吸気弁に対して早開き、かつ早閉じに制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 単一の気筒に対して設けられるプライマリ吸気ポートおよびセカンダリ吸気ポートと、上記両吸気ポートを連通する内部EGR用の連通路と、全負荷域より低負荷側においては少なくとも理論空燃比よりも希薄な空燃比で運転するリーンバーン手段とを備えたエンジンの制御装置であって、空燃比がリーンの全負荷域より低負荷側では少なくともセカンダリ吸気ポートの吸気弁の開弁時期を排気弁の開弁時期とオーバーラップさせると共に、セカンダリ吸気ポートの吸気弁がプライマリ吸気ポートの吸気弁に対して早開き、かつ早閉じに制御する制御手段を備えたエンジンの制御装置。

【請求項2】 上記プライマリ吸気ポートをスワール生成用ポートに構成した請求項1記載のエンジンの制御装置。

【請求項3】 セカンダリ吸気ポートにおける内部EGR用の連通路接続部の上流側に、少なくとも全負荷域より低負荷側で閉弁方向に作動し、筒内流動の強弱制御を行なうスワールコントロール弁が設けられた請求項1もしくは2記載のエンジンの制御装置。

【請求項4】 上記セカンダリ吸気ポートの吸気弁と排気弁とのオーバーラップ量を可変して、内部EGR量を調整するバルブタイミング可変装置を設けた請求項1、2もしくは3記載のエンジンの制御装置。

【請求項5】 上記オーバーラップ量を $A/F=1.6\sim 2.0$ 域で他の領域よりも大きくする請求項4記載のエンジンの制御装置。

【請求項6】 上記内部EGRの連通路におけるプライマリ吸気ポートとの接続開口部をシリンダ壁近傍側に設けた請求項1もしくは2記載のエンジンの制御装置。

【請求項7】 上記プライマリ吸気ポートの内部EGR用の連通路の接続開口部より上流側に燃料噴射弁を配設した請求項1記載のエンジンの制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、例えば少なくとも吸気2弁構造のエンジンにおいて吸気の筒内流動（スワール等）により層状化を図ってリーンバーンを達成するようなエンジンの制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、エンジンの吸気装置としては例えば実開平4-47165号公報および特開平3-237126号公報に記載の装置がある。

【0003】 すなわち、前者の実開平4-47165号公報に記載の装置は、単一の気筒に対してプライマリ吸気ポートおよびセカンダリ吸気ポートを有し、一方の吸気ポートをストレートポートに、他方の吸気ポートをスワールポートに構成すると共に、上記ストレートポートには吸気制御弁を介設したものである。

【0004】 また後者の特開平3-237216号公報

に記載の装置は、単一の気筒に対してストレートポートとスワールポートとを有し、上述のストレートポートにスワールコントロールバルブ所謂SCVを介設すると共に、低負荷側において理論空燃比（ $A/F=14.7$ 、 $\lambda=1$ ）よりも希薄な空燃比でリーンバーン運転する際、上述のスワールコントロールバルブを閉成してスワールを生成すべく構成した装置である。

【0005】 このように少なくとも吸気2弁構造のエンジンにおいて、一方の吸気ポートを休止させる手段（上述の吸気制御弁およびスワールコントロールバルブ）により筒内流動（スワール）を得、この筒内流動により成層燃焼を可能とすることで、リーンバーンを達成し、燃費の向上を図るエンジンが知られているが、このような従来のエンジンにおいてはHC排出量および $\text{NO}_x$ 排出量が悪化する問題点があった。

【0006】 以下に斯る問題点が生ずる理由について詳述する。まずHC排出量の悪化について述べると、希薄燃焼限界（リーンリミット）をより一層リーン側にする目的で比較的強力な筒内空気流動を与えると、この筒内空気流動により燃焼を向上させることができる反面、空気流動により冷却損失（いわゆる冷損）が増加し、かつ混合気が希薄であるために燃焼速度の低下等を招き、図11に特性aで示すように空燃比のリーン側においてHC（ハイドロカーボン、炭化水素）が増加する問題点があった。

【0007】 次に $\text{NO}_x$ 排出量の悪化について述べると、図11に特性bで示すように空燃比に対する $\text{NO}_x$ 排出量は、空燃比がリッチな領域から $A/F=14.7$ の理論空燃比にかけて順次増加し、 $A/F=1.6$ 近傍においてその排出量が最大となり、リーン側においては $\text{NO}_x$ 排出量は減少するが、排気系に介設される触媒コンバータ内の三元触媒による $\text{NO}_x$ 浄化率は理論空燃比前後の僅少領域でしか得られない関係上、リーン側において $\text{NO}_x$ 排出量が減少しても、空燃比がリーンな時には三元触媒において $\text{NO}_x$ が浄化されないで、結果的に $\text{NO}_x$ 排出量が増加する問題点があった。

【0008】 このような問題点を解決するために、例えば $\text{NO}_x$ 排出量が多く三元触媒において $\text{NO}_x$ 浄化が期待できない空燃比（ $A/F=1.6\sim 2.0$ ）いわゆる中間空燃比を使用することなく、リーン空燃比（たとえば $A/F=2.4\sim 2.6$ ）と、三元触媒での排気ガス浄化が可能な理論空燃比（ $A/F=14.7$ ）とを使用すると、空燃比の切換時にトルクショックが発生する問題点があり、一方、上述の中間空燃比（ $A/F=1.6\sim 2.0$ ）を使用可能とするために、外部EGRを行なうことにより燃焼速度を緩慢にして、 $\text{NO}_x$ の低減を図ることができる利点がある反面、図8に点線の特性Cで示すように低温の不活性ガス（既燃ガス）が筒内に持込まれ、HCの悪化を招く問題点があり、さらにはリーン空燃比においても $\text{NO}_x$ 浄化を図る目的で $\text{NO}_x$ 還元触媒が開発され

つつあるが、未だ充分なNOx浄化率を得るに至っていない。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】この発明の請求項1記載の発明は、リーンバーンエンジンにおいてプライマリ吸気ポートとセカンダリ吸気ポートとを連通する内部EGR（残留ガス制御）用の連通路を設けると共に、セカンダリ吸気ポートの吸気弁の開弁および閉弁タイミングを特異に制御することで、プライマリ吸気ポートをセカンダリ吸気ポートに対して遅くまで開弁させて、筒内流動を強化し、この筒内流動により成層燃焼を図って、リーンバーンを達成すると共に、上述の筒内流動に起因して冷却損失が発生し、HC排出量が増加傾向となるのを、外部EGRと比較して温度の高い内部EGRにより燃焼悪化の抑制および既然ガスの再燃性向上が図れ内部EGRによるHC排出量の増加を抑制し、かつEGR効果により、リーン域のNOx排出量の低減を図ることができるエンジンの制御装置の提供を目的とする。

【0010】この発明の請求項2記載の発明は、上記請求項1記載の発明の目的と併せて、プライマリ吸気ポートをスワール生成用ポートに構成することで、良好なスワール（筒内横渦）を生成して、希薄燃焼限界（リーンリミット）の向上を図り、燃費向上を達成することができるエンジンの制御装置の提供を目的とする。

【0011】この発明の請求項3記載の発明は、上記請求項1もしくは2記載の発明の目的と併せて、プライマリ吸気ポートから積極的に吸気を行なうことで、スワール強化が図れ、リーンリミットの向上を図ることができるエンジンの制御装置の提供を目的とする。

【0012】この発明の請求項4記載の発明は、上記請求項1、2もしくは3記載の発明の目的と併せて、セカンダリ吸気ポートの吸気弁と排気弁とのオーバーラップ量を可変するバルブタイミング可変装置を設けることで、このバルブタイミング可変装置により上記オーバーラップ量を自在にコントロールし、以て内部EGR量をエンジンの運転状態に対応して任意かつ適切に調整することができるエンジンの制御装置の提供を目的とする。

【0013】この発明の請求項5記載の発明は、上記請求項4記載の発明の目的と併せて、中間空燃比であるA/F=16~20域で内部EGR量を大とでき、HCの排出量の増加を抑制しつつ、NOxを低減することができるエンジンの制御装置の提供を目的とする。

【0014】この発明の請求項6記載の発明は、上記請求項1もしくは2記載の発明の目的と併せて、内部EGR用の連通路におけるプライマリ吸気ポートとの接続開口部を特定位置に設定することで、内部EGRガスをシリンダ内の外周部に導くことができ、点火プラグ周辺に内部EGRガスを持込まず、燃料と内部EGRガスとの混合を可及的回避し、層状化および燃焼性を損なうことがないエンジンの制御装置の提供を目的とする。

【0015】この発明の請求項7記載の発明は、上記請求項1記載の発明の目的と併せて、燃料噴射弁（インジェクタ）の配設位置を特定することで、燃料噴射弁の噴孔部に内部EGRガスが至るのを防止して、該噴孔の目詰りを阻止すると共に、燃料と内部EGRガスとの混合を回避することができるエンジンの制御装置の提供を目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1記載の発明は、単一の気筒に対して設けられるプライマリ吸気ポートおよびセカンダリ吸気ポートと、上記両吸気ポートを連通する内部EGR用の連通路と、全負荷域より低負荷側においては少なくとも理論空燃比よりも希薄な空燃比で運転するリーンバーン手段とを備えたエンジンの制御装置であって、空燃比がリーンの全負荷域より低負荷側では少なくともセカンダリ吸気ポートの吸気弁の開弁時期を排気弁の開弁時期とオーバーラップさせると共に、セカンダリ吸気ポートの吸気弁がプライマリ吸気ポートの吸気弁に対して早開き、かつ早閉じに制御する制御手段を備えたエンジンの制御装置であることを特徴とする。

【0017】この発明の請求項2記載の発明は、上記請求項1記載の発明の構成と併せて、上記プライマリ吸気ポートをスワール生成用ポートに構成したエンジンの制御装置であることを特徴とする。

【0018】この発明の請求項3記載の発明は、上記請求項1もしくは2記載の発明の構成と併せて、セカンダリ吸気ポートにおける内部EGR用の連通路接続部の上流側に、少なくとも全負荷域より低負荷側で閉弁方向に作動し、筒内流動の強弱制御を行なうスワールコントロール弁が設けられたエンジンの制御装置であることを特徴とする。

【0019】この発明の請求項4記載の発明は、上記請求項1、2もしくは3記載の発明の構成と併せて、上記セカンダリ吸気ポートの吸気弁と排気弁とのオーバーラップ量を可変して、内部EGR量を調整するバルブタイミング可変装置を設けたエンジンの制御装置であることを特徴とする。

【0020】この発明の請求項5記載の発明は、上記請求項4記載の発明の構成と併せて、上記オーバーラップ量をA/F=16~20域で他の領域よりも大きくするエンジンの制御装置であることを特徴とする。

【0021】この発明の請求項6記載の発明は、上記請求項1もしくは2記載の発明の構成と併せて、上記内部EGRの連通路におけるプライマリ吸気ポートとの接続開口部をシリンダ壁近傍側に設けたエンジンの制御装置であることを特徴とする。

【0022】この発明の請求項7記載の発明は、上記請求項1記載の発明の構成と併せて、上記プライマリ吸気ポートの内部EGR用の連通路の接続開口部より上流側

に燃料噴射弁を配設したエンジンの制御装置であることを特徴とする。

【0023】

【発明の作用および効果】この発明の請求項1記載の発明によれば、図10にクレーム対応図で示すように、単一の気筒P1に対してプライマリ吸気ポートP2とセカンダリ吸気ポートP3とが設けられ、かつこれら両吸気ポートP2、P3を連通する内部EGR用の連通路P4が設けられている。

【0024】また上述のリーンバーン手段P5は全負荷域よりも低負荷側においては少なくとも理論空燃比( $A/F=14.7$ )よりも希薄(リーン)な空燃比でエンジンを運転し、上述の制御手段P6は空燃比がリーンの低負荷側では少なくともセカンダリ吸気ポートP3の吸気弁P7の開弁時期を排気弁P8の開弁時期とオーバーラップさせると共に、セカンダリ吸気ポートP3の吸気弁P7がプライマリ吸気ポートP2の吸気弁に対して早開き、かつ早閉じになるように制御する。

【0025】この時、セカンダリ吸気ポートは吸気量、筒内流動の強弱および内部EGR制御し、その閉弁時期はプライマリ吸気ポートと同期あるいはそれより遅くする必要がない。このため、上述のプライマリ吸気ポートP2をセカンダリ吸気ポートP3に対して遅くまで開弁させることができるので、このプライマリ吸気ポートP2から積極的に吸気され筒内流動を強化して、この筒内流動により成層燃焼を図って、リーンバーンを達成することができる。

【0026】また上述のセカンダリ吸気ポートP3の吸気弁P7の開弁時期と排気弁P8の開弁時期とのオーバーラップにより、排気行程で吸気ポートに持ち込まれた内部EGRガスが次の吸気行程で筒内へ供給され、再燃性が良好な内部EGRが行なわれるので、前述の筒内流動に起因して冷却損失が発生し、外部EGRではHC排出量が増加傾向となるのを、上述の内部EGRにより抑制し、かつEGR効果によりNOx排出量をも低減することができる効果がある。

【0027】すなわち内部EGRは再循環される不活性ガス(既然ガス)の温度が高く、再燃性が良好であるうえ、燃料の気化、霧化も良好となるので、EGRを行なってもHC排出量の増加の抑制を図ることができる。

【0028】この発明の請求項2記載の発明によれば、上記請求項1記載の発明の効果と併せて、上記プライマリ吸気ポートをスワール生成用ポートに構成したので、良好なスワール(筒内横渦)を生成することができ、この結果、希薄燃焼限界(リーンリミット)の向上を図って、燃費向上を達成することができる効果がある。

【0029】この発明の請求項3の発明によれば、上記請求項1もしくは2記載の発明の効果と併せて、セカンダリ吸気ポートにおける内部EGR用の連通路接続部の上流側に、少なくとも全負荷域より低負荷側で閉弁方向

に作動し、筒内流動の強弱制御を行なうスワールコントロール弁が設けられているので、上述のプライマリ吸気ポートから積極的に吸気を行なうことで、スワール強化が図れ、リーンリミットの向上を図ることができる効果がある。

【0030】この発明の請求項4記載の発明によれば、上記請求項1、2もしくは3記載の発明の効果と併せて、上述のセカンダリ吸気ポートの吸気弁と排気弁とのオーバーラップ量を可変して、内部EGR量を調整するバルブタイミング可変装置いわゆるVVTを設けたので、このバルブタイミング可変装置により上述のセカンダリ吸気ポートの吸気弁のバルブタイミング特に開弁時期を調整することで、オーバーラップ量を可変し、オーバーラップ量大の時には内部EGR量を増加し、オーバーラップ量小の時には内部EGR量を減少することができる。この結果、内部EGR量エンジンの運転状態に対応して任意かつ適切に調整することができる効果がある。

【0031】この発明の請求項5記載の発明によれば、上記請求項4記載の発明の効果と併せて、上記オーバーラップ量を $A/F=16\sim 20$ 域で他の領域よりも大きくしたので、中間空燃比である $A/F=16\sim 20$ 域で内部EGR量を大きくでき、この結果、HCの排出量の増加を抑制しつつ、NOxを低減できる効果がある。

【0032】この発明の請求項6記載の発明によれば、上記請求項1もしくは2記載の発明の効果と併せて、上述の内部EGR用の連通路におけるプライマリ吸気ポートとの接続開口部をシリンダ壁近傍側に設けたので、上述のセカンダリ吸気ポートから連通路およびプライマリ吸気ポートを介してシリンダ内に持込まれる内部EGRガスをシリンダ内の外周部(スワールの外周域)に導くことができ、このため、気筒の略中央に対応して設けられた点火プラグ周辺には上述の内部EGRガスを持込まず、燃料と内部EGRガスとの混合を可及的回避することができ、層状化および燃焼性を損なうことがない効果がある。

【0033】この発明の請求項7記載の発明によれば、上記請求項1記載の発明の効果と併せて、上述のプライマリ吸気ポートの内部EGR用の連通路の接続開口部より上流側に燃料噴射弁(インジェクタ)を配設したので、再循環される内部EGRガスが燃料噴射弁の噴孔部に至るのを防止して、該噴孔の目詰りを阻止することができると共に、燃料と内部EGRガスとの混合を回避することができる効果がある。

【0034】

【実施例】この発明の一実施例を以下図面に基づいて詳述する。図面はエンジンの制御装置を示し、図1、図2において直列4気筒エンジン(但し、図1においては2つの気筒のみを、図2においては1つの気筒のみを示す)のシリンダブロックに合計4つの気筒1…を形成する一方、このシリンダブロック上部に固定したシリンダ

ヘッド2には単一の気筒当り2つの吸気ポート3、4と2つの排気ポート5、6とを形成すると共に、これらの各吸排気ポートを適宜開閉する吸気弁7および排気弁8を設け、吸気2弁排気2弁構造に構成している。

【0035】ここで、上述の2つの吸気ポート3、4のうちの一方の吸気ポート3は、プライマリ吸気ポート

(以下単にP吸気ポートと略記する)であり、このP吸気ポート3はシリンダ外周方向に指向して開口されていて、良好なスワール(筒内横渦)を形成すべくスワール生成用ポートに構成され、他方の吸気ポート4はセカンダリ吸気ポート(以下単にS吸気ポートと略記する)であり、このS吸気ポート4はシリンダ中心方向に指向して開口されていてシリンダ中心に方向性をもたせ、スワール流と干渉することを極力抑えるタンブル流(筒内縦渦)を形成すべく構成される。

【0036】また上述のP吸気ポート3にはインテークマニホールド9に形成されたプライマリ吸気通路10(以下単にP吸気通路と略記する)を連通接続し、上述のS吸気ポート4にはインテークマニホールド9に形成されたセカンダリ吸気通路11(以下単にS吸気通路と略記する)を連通接続すると共に、これらP吸気通路10およびS吸気通路の上流側にはサージタンク(図示せず)を連通接続している。

【0037】一方、上述の2つの排気ポート5、6は集合部12で集合させて、単一気筒当り1つの排気通路13に連通している。

【0038】上述の両吸気ポート4、3を連通する内部EGR用の連通路14を設け、この連通路14を介してS吸気ポート4からP吸気ポート3を介して気筒1内に内部EGRを行なうように構成している。

【0039】すなわち上述の内部EGR用の連通路14の一方の接続開口部14aをS吸気ポート4のシリンダヘッド2端部寄りの位置に開口し、この連通路14の他方の接続開口部14bをP吸気ポート3におけるシリンダ壁近傍側に開口して、各要素4、14a、14、14b、3を介して内部EGRを行なうように構成している。

【0040】また上述のシリンダヘッド2には点火プラグ15を配置し、この点火プラグ15のスパークギャップを気筒1の略中央に施設する一方、P吸気ポート3の内部EGR用の連通路14の接続開口部14bよりも上流側にはインジェクタ16を配置している。この実施例ではインテークマニホールド9におけるP吸気通路10にインジェクタ16を施設させている。

【0041】ところで上述のS吸気ポート4における内部EGR用の連通路14の接続開口部14aよりも上流側には、開閉弁としてのスワールコントロール弁17

(以下単にSCVと略記する)を設け、このSCV17で筒内流動を強弱制御すべく構成している。図9に示す如くSCV17の下流側または上流側にEGR制御弁1

8、19を択一もしくは同時に設け、上述の各EGR制御弁18、19の開度調整により内部EGRの還流量および還流タイミングを制御すべく構成してもよい。

【0042】上述のEGR制御弁18をSCV17の下流に設けた場合には、特にリーン領域、アイドル等の運転状況において燃焼に対する要求スワール比や必要空気量等によりSCV17を全閉もしくは微小開度とし、燃焼安定性によりEGR量を極小量としたい領域で、SCV17下流のEGR制御弁18を閉じることで、閉空間容積を減少させ、既然ガス(内部EGRガス)の吹返し量の抑制を図って、燃焼安定性を良好となすことができる。

【0043】一方、上述のEGR制御弁19をSCV17の上流に設けた場合には、中回転かつ中高負荷領域などで要求EGR量が多く、SCV17の開度が大きとなる領域において、SCV17を全開とし、EGR制御弁19で筒内流動を強制制御することによってSCV17のEGRに対する通気抵抗を小さくし、この内部EGRガスの筒内への流入時の応答遅れを減少させて、サイクル毎のEGRの安定性を図ることができる。

【0044】また上述のP吸気ポート3の吸気弁およびS吸気ポート4の吸気弁7にはそれぞれ独立してバルブタイミング可変装置20(以下単にVVTと略記する)が設けられているが、ここではS吸気ポート4の吸気弁7のバルブタイミング開弁時期、閉弁時期、およびバルブリフト量を可変するVVT20の具体的構成について述べる。なお排気弁8は図示しない通常の動弁系により駆動される。

【0045】図2に示すようにカムノーズを有するカム21でそのピストン22が駆動されるVVT用オイルポンプ23を設け、このVVT用オイルポンプ23のインレット部は逆止弁24を介してエンジン側のオイルポンプ25の吐出側に接続され、上述のVVT用オイルポンプ23のアウトレット部はアウトレットライン26を介してアクチュエータ27の入口部に接続され、このアクチュエータ27のプランジャ28を吸気弁7におけるバルブステム上端に圧接されている。また上述のアクチュエータ27の出口部にはドレンライン29を接続すると共に、上述の各ライン26、29にソレノイド弁30、31を介設し、アクチュエータ27の油室に配給される油圧、配給時期、ドレン量を上述のソレノイド弁30、31で制御することにより、S吸気ポート4の吸気弁7と排気弁8とのオーバーラップ量を可変して、内部EGR量を調整すべく構成している。なお、P吸気ポート3吸気弁におけるバルブタイミング、バルブリフト量を可変するVVT(図示せず)も略同一構成である。また図2において32はオイルサクションライン、33はタンクに相当するオイルパンである。

【0046】図3はエンジンの制御装置の制御回路を示し、CPL40はディストリビュータ34からのエンジ

ン回転数 $N_e$ 、エアフロセンサ35（またはエアフロメータ）からの吸入空気量 $Q$ 、リニアO<sub>2</sub>センサ36からの実空燃比 $A/F$ などの必要な各種信号入力に基づいて、ROM37に格納されたプログラムに従って、 $CE = Q/N_e$ の演算式により負荷 $CE$ を演算すると共に、インジェクタ16、VVT20、SCV17、EGR制御弁18、19を駆動制御し、またRAM38は図4に示す第1マップM1、図5に示す第2マップM2、図6に示す第3マップM3などの必要なマップやデータを記憶する。

【0047】ここで、上述の第1マップM1（図4参照）は横軸にエンジン回転数 $N_e$ をとり、縦軸に負荷をとって、目標空燃比を $A/F=14$ 、 $7$ （ $\lambda=1$ ）、 $A/F=18$ 、 $A/F=20$ 、 $A/F=24$ 、 $A/F=26$ にそれぞれ区画した $A/F$ マップであって、全負荷域としての $\lambda=1$ より低負荷側の $A/F=16$ 近傍においてVVTによるセカンダリ吸気ポートの吸気弁と排気弁とのオーバーラップ量調整により内部EGRを行なうためのものである。なお、 $A/F=16$ の領域では内部EGR量を少（オーバーラップ量も小）に、 $A/F=18$ の領域では内部EGR量を多（オーバーラップ量も大）に、 $A/F=20$ の領域では内部EGR量を少（オーバーラップ量も小）になるように上述の目標空燃比と併せて内部EGR量をも設定したマップであり、実空燃比を目標空燃比に制御するには両空燃比の偏差に基づいてインジェクタ16からの燃料噴射量を制御すればよい。

【0048】また上述の第2マップM2（図5参照）は横軸にエンジン回転数 $N_e$ をとり、縦軸に負荷をとって、SCV17の開閉領域およびリニア制御領域を区画したSCV制御マップであり、図5にハッチングを施して示す低回転低負荷領域ではSCV17を全閉とし、 $\lambda=1$ に相当する全負荷域ではSCV17を全開とし、両領域間においてはSCV17の開度をリニア制御する。

【0049】さらに上述の第3マップM3（図6参照）は横軸にエンジン回転数 $N_e$ をとり、縦軸に負荷をとって吸気量スロットル弁で制御する領域と、スロットル弁を全開した状態下においてVVT20による吸気弁制御領域とを区画した吸気量制御マップであり、図6にハッチングを施して示す領域（アイドル領域であり、図7に示すトレードオフ点t以下の領域）ではVVT20によるバルブタイミングおよびバルブリフト量を高負荷、高回転の状態に固定設定して、スロットル弁により吸気空気を制御する。すなわち、アイドル領域では油温、オイル粘度、油圧等が不安定で、吸入空気量や内部EGR量がばらつきやすく、十分な燃焼安定性が得られないので、これを回避する目的と、アイドル領域において後述するようにS吸気ポート4の吸気弁7をP吸気ポート3の吸気弁に対して早閉じにすると、その閉じタイミングが早すぎて、筒内温度が低下し、結果的に燃焼悪化を招くので、これを回避する目的と、上述VVT20が油圧

駆動式であるため、油圧による応答遅れが生じ、特にVVT20による小リフト時の誤差が大きくなるので、この誤差変動を防止する目的とにより、上述のアイドル領域においては吸入空気量をスロットル弁にて制御する。なお、VVT20による吸気弁制御領域においてはスロットル開度TVOを全開WOTにしてポンピングロス低減を図る一方、冷間時（冷間か否かの検出は水温センサなどを用いる）においてもVVT20を全負荷状態に固定設定し、スロットル弁により吸入空気量の制御を行なう。

【0050】一方、上述のCPU40はRAM38の記憶情報を読出して、低負荷側において、少なくとも理論空燃比（ $A/F=14$ 、 $7$ 、 $\lambda=1$ ）よりも希薄な空燃比でエンジンを運転するリーンバーン手段と、空燃比がリーンの低負荷側では少なくともS吸気ポート4の吸気弁7の開弁時期を排気弁8の開弁時期とオーバーラップさせると共に、S吸気ポート4の吸気弁7がP吸気ポート3の吸気弁に対応して早開き、かつ早閉じに制御する制御手段（具体的にはVVT20を制御してオーバーラップ量を可変する）と、を兼ねる。

【0051】すなわち、図7は各弁のバルブリフトカーブを示し、同図においてdは排気弁8のバルブリフトカーブ、e、f、gはS吸気ポート4の吸気弁7をVVT20で制御した時の各バルブリフトカーブh、i、jはP吸気ポート3の吸気弁をVVT（図示せず）で制御した時の各バルブリフトカーブであって、空燃比 $A/F$ がリーンの低負荷側ではS吸気ポート4の吸気弁7の開弁時期（バルブリフトカーブe、f、g参照）を排気弁8の開弁時期（バルブリフトカーブd参照）とオーバーラップさせると共に、S吸気ポート4の吸気弁7（バルブリフトカーブe、f、g参照）がP吸気ポート3の吸気弁（バルブリフトカーブh、i、j参照）に対して早開き、かつ早閉じになるように制御する。

【0052】図示実施例は上記の如く構成するようにして、以下作用を説明する。図3に示すCPU40はディストリビュータ34からのエンジン回転数 $N_e$ 、エアフロセンサ35からの吸入空気量 $Q$ 、リニアO<sub>2</sub>センサ36からの実空燃比 $A/F$ などの必要な各種信号入力に基づいて、図4、図5、図6に示すそれぞれのマップM1、M2、M3の記憶内容に従って、インジェクタ16、VVT20、SCV17、EGR制御弁18、19を駆動制御するので、図4に示す $A/F=16$ の領域においては少量の内部EGRガスを再循環させ、同図に示す $A/F=18$ の領域においては多量の内部EGRガスを再循環させ、同図に示す $A/F=20$ の領域においては少量の内部EGRガスを再循環させる。

【0053】つまり、上述のCPU40は空燃比がリーンの低負荷側ではS吸気ポート4の吸気弁7の開弁時期を排気弁8の開弁時期とオーバーラップ（図7参照）させると共に、S吸気ポート4の吸気弁7がP吸気ポート3

の吸気弁に対して早開き、かつ早閉じになるように制御するので、P吸気ポート3をS吸気ポート4に対して遅くまで開弁させることができ、P吸気ポート3からの筒内流動を強化して、この筒内流動により成層燃焼を図って、リーンバーンを達成することができる。

【0054】また上述のS吸気ポート4の吸気弁7の開弁時期と排気弁8の開弁時期とのオーバーラップ（図7参照）により再燃性が良好な内部EGRが行なわれる。この内部EGRガスはセカンダリ吸気ポートの吸気弁と排気弁とのオーバーラップ量に応じて各要素4、14a、14b、3、1の経路を通してスワールの外周域に再循環される。

【0055】このように内部EGRを行なうことで、筒内流動に起因して冷却損失が発生し、外部EGRに対してHC排出量が増加傾向となるのを抑制し、かつEGR効果によりNOx排出量をも低減することができる。すなわち、内部EGRは再循環される不活性ガス（既燃ガス）の温度が高く、再燃性が良好であるうえ、燃料の気化、霧化も良好となるので、図8に従来の外部EGRによるHC排出量を点線の特性cで、この実施例の内部EGRによるHC排出量を実線の特性kでそれぞれ示すように、HC排出量の低減を図ることができると同時に、EGR効果により図8に特性mで示すようにNOx排出量をも低減することができる。なお、図8に点線で示す特性nは外部EGRを行なった場合のNOx排出量の変化である。

【0056】また上述のP吸気ポート3をスワール生成用ポートに構成したので、良好なスワール（筒内横渦）を生成することができ、この結果、希薄燃焼限界（リーンリミット）の向上を図って、燃費向上を達成することができる効果がある。

【0057】さらに、上述の内部EGR用の連通路14におけるP吸気ポート3との接続開口部14dをシリンダ壁近傍側に設けたので、上述のS吸気ポート4から連通路14およびP吸気ポート3を介してシリンダ内に持たれる内部EGRガスをシリンダ内の外周部に導くことができ、このため、気筒1の略中央に対応して設けられた点火プラグ15周辺には上述の内部EGRガスを持たず、燃料と内部EGRガスとの混合を可及的回避することができ、層状化および燃焼性を損なうことがない効果がある。

【0058】加えて、上述のS吸気ポート4の吸気弁7と排気弁8とのオーバーラップ量を可変（図7のバルブリフトカーブe、f、g参照）して、内部EGR量を調整するVVT20を設けたので、このVVT20により上述のS吸気ポート4の吸気弁7のバルブタイミング特に開弁時期を調整することで、オーバーラップ量を可変し、オーバーラップ量大の時には内部EGR量を増加し、オーバーラップ量小の時には内部EGR量を減少することができる。この結果、内部EGR量をエンジン運転状態に

応して任意かつ適切に調整することができる効果がある。

【0059】しかも、 $A/F=16\sim 20$ において上述のVVTによるオーバーラップ量の調整により内部EGRを行なうので、EGR効果により特にNOx排出量を最も効果的に低減させることができ、所謂中間空燃比の使用を可能とすることができる効果がある。

【0060】また、上述のP吸気ポート3の内部EGR用の連通路14の接続開口部14bより上流側にインジェクタ16を配設したので、再循環される内部EGRガスがインジェクタ16の噴孔部に至るのを防止して、該噴孔の目詰まりを阻止することができると共に、燃料と内部EGRガスとの混合を回避することができる効果がある。

【0061】なお、この実施例では上述のP吸気ポート3がスワール生成用ポートであり、上述のS吸気ポート4がタンブル流生成用ポートであるから、筒内流動はエンジン負荷に応じて強スワールから適度な斜めスワール（スワールとタンブルとを合成した筒内流動）に適宜制御され、混合気形成も点火プラグ15近傍の層状化から筒内の均一化までが制御可能となる。

【0062】この発明の構成と、上述の実施例との対応において、この発明のエンジンは、実施例の直列4気筒エンジンに対応し、以下同様に、プライマリ吸気ポートは、P吸気ポート3に対応し、セカンダリ吸気ポートは、S吸気ポート4に対応し、リーンバーン手段は、RAM38に記憶させた第1マップM1およびCPU40に対応し、制御手段は、CPU40に対応し、セカンダリ吸気ポートにおける内部EGR用の連通路接続部は、接続開口部14aに対応し、開閉弁は、SCV17またはEGR制御弁18、19に対応し、バルブタイミング可変装置は、VVT20に対応し、燃料噴射弁は、インジェクタ16に対応するも、この発明は、上述の実施例の構成のみに限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のエンジンの制御装置を示す概略平面図。

【図2】本発明のエンジンの制御装置を示す系統図。

【図3】制御回路ブロック図。

【図4】RAMに記憶させた第1マップの説明図。

【図5】RAMに記憶させた第2マップの説明図。

【図6】RAMに記憶させた第3マップの説明図。

【図7】吸排気弁のバルブリフトカーブを示す説明図。

【図8】EGR率に対するNOx、HCの各排出量を示す特性図。

【図9】セカンダリ吸気ポート側に設ける開閉弁の他の実施例を示す概略平面図。

【図10】クレーム対応図。

【図11】空燃比に対するNOx、HCの各排出量を示す特性図。

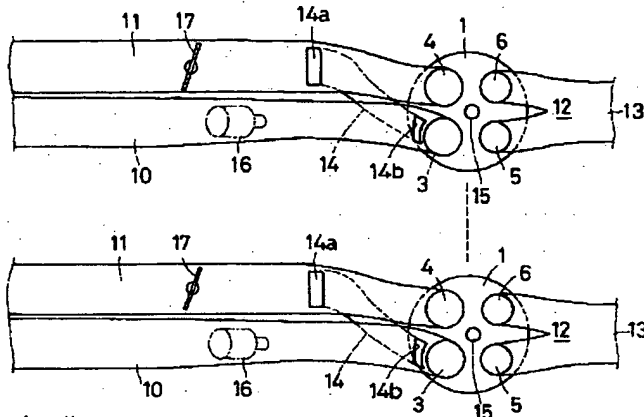


## 【符号の説明】

- 1…気筒  
3…P吸気ポート（スワール生成用ポート）  
4…S吸気ポート  
7…S吸気ポートの吸気弁  
8…排気弁  
14…連通路

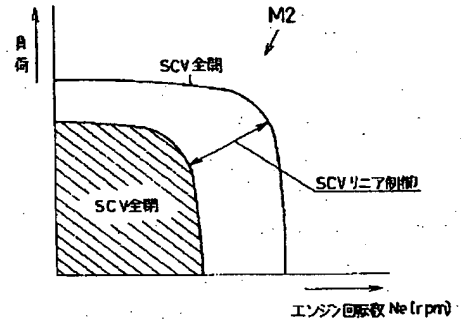
- 14a, 14b…接続開口部  
16…インジェクタ  
17…SCV  
18, 19…EGR制御弁  
20…VVT  
40…CPU（制御手段）  
M1…第1マップ（リーンバーン手段）

【図1】

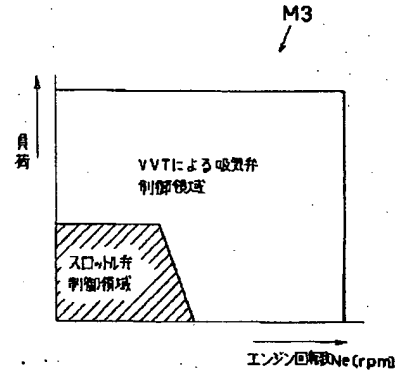


- 1…気筒  
3…P吸気ポート（スワール生成用ポート）  
4…S吸気ポート  
14…連通路  
14a, 14b…接続開口部  
16…インジェクタ  
17…SCV

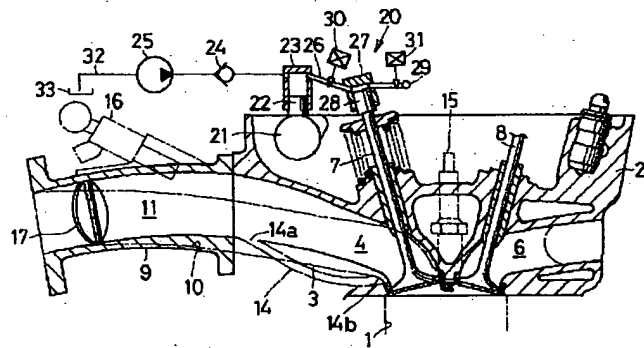
【図5】



【図6】

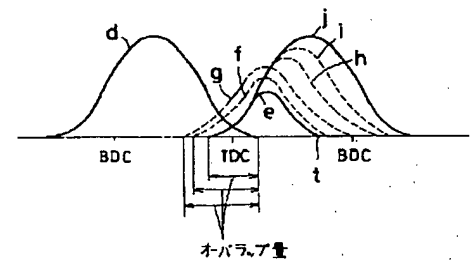


【図2】

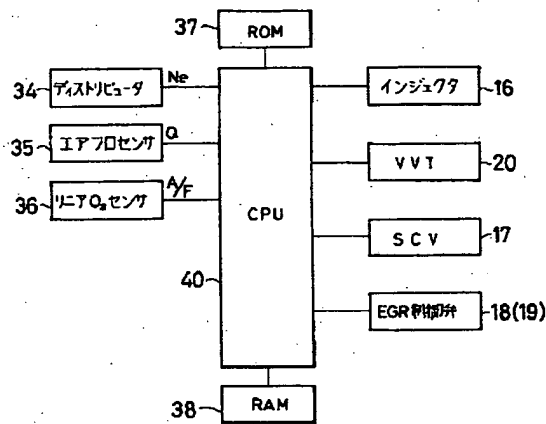


- 1…気筒  
3…P吸気ポート（スワール生成用ポート）  
4…S吸気ポート  
7…S吸気ポートの吸気弁  
8…排気弁  
14…連通路  
14a, 14b…接続開口部  
16…インジェクタ  
17…SCV  
20…VVT

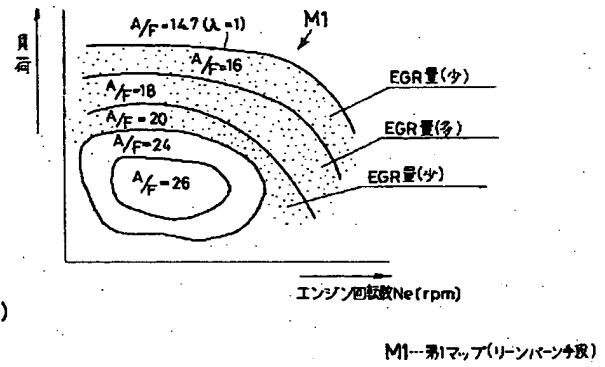
【図7】



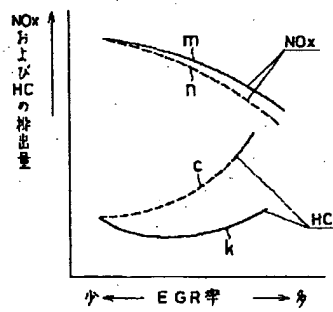
【図 3】



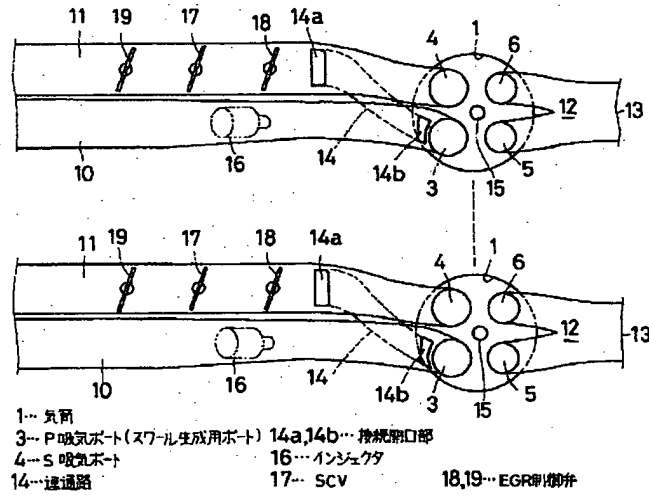
【図 4】



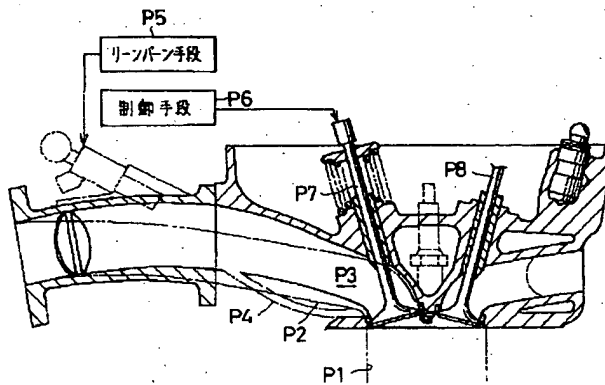
【図 8】



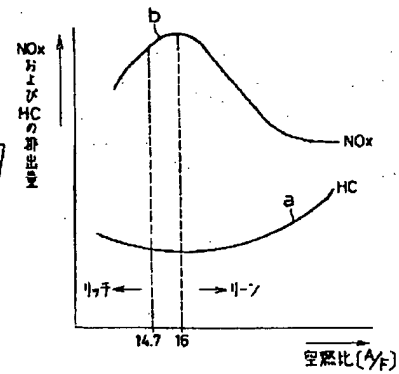
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 B 31/02			J	
F 0 2 D 13/02			K	
			H	
F 0 2 M 25/07	5 1 0	B		
	5 8 0	C		
69/00	3 6 0	C		